



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 58114428 A

(43) Date of publication of application: 07.07.83

(51) Int. Cl.

H01L 21/30

H01L 21/302

(21) Application number: 56210335

(71) Applicant: NEC CORP

(22) Date of filing: 28.12.81

(72) Inventor: OKADA KOICHI
TSUGE HISANAO

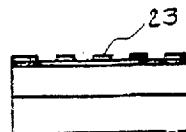
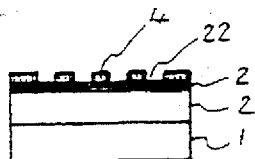
(54) FINE PATTERN FORMATION

COPYRIGHT: (C)1983,JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain a fine pattern by a method wherein, after the first layer organic film, the first layer metallic film, the second layer metallic film, and the second layer organic film are laminated in this order on a base substrate, and a pattern is formed on the second layer organic film, with it as a mask, the second layer metallic film is dry etched, and, further with an obtained pattern as a mask, the first layer metallic and organic films are dry etched.

CONSTITUTION: On the Si substrate 1, a polyimide film 2 is spin-coated and applied to a high temperature baking treatment, and thus a carbon film 21 and an Al film 22 are evaporated by lamination thereon. Next, on the film 22, a fixed shaped resist pattern 4 is provided, and, with it as a mask, the film 22 is changed into a medium mask 23 by a sputter etching used with CF_4 gas, then, with it as a mask, the film next the film 2 are treated by an O_2 ion beam etching, accordingly a polyimide pattern 6 is obtained. Thus, without the exfoliation of Al film and carbon film patterns, a submicron order fine pattern is formed.



⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—114428

⑤ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和58年(1983)7月7日

H 01 L 21/30

7131—5F

21/302

8223—5F

発明の数 1

審査請求 未請求

(全 5 頁)

④ 微細パターン形成方法

⑫ 発明者 柘植久尚

東京都港区芝五丁目33番1号日

本電気株式会社内

① 特 願 昭56—210335

② 出 願 昭56(1981)12月28日

① 出 願 人 日本電気株式会社

⑦ 発 明 者 岡田浩一

東京都港区芝五丁目33番1号

東京都港区芝五丁目33番1号日

③ 代 理 人 弁理士 内原晋

本電気株式会社内

明 細 書

発明の名称 微細パターン形成方法

特許請求の範囲

下地基板の上に、第一層有機膜、第一層金属膜、第二層金属膜、第二層有機膜をこの順番に形成する工程と、前記第二層有機膜にパターンを形成する工程と、前記パターンをマスクとして用いて前記第二層金属膜をドライエッチングして該金属膜パターンを形成する工程と、前記金属膜パターンをマスクとして用いて前記第一層金属膜並びに前記第一層有機膜をドライエッチングして該エッチングパターンを形成する工程とを含むことを特徴とする微細パターン形成方法。

発明の詳細な説明

本発明は超 LSI の素子作製技術等に必要なミクロンあるいはサブミクロンレベルの微細パターン形成方法に関するものである。

近年、超 LSI デバイスの開発に対する要求は益々高まり、それに用いられるパターンも微細化の傾向をさらに強めている。1 μm 程度、あるいはそれ以下のサブミクロンのパターンが必然的に要求されてきている。このような微細パターン領域において、十分な露中の制御、高解像度、並びに十分なステップカバレージを得ることが重要である。ところが、これらは互に排他的である。十分なステップカバレージを得るには、厚いレジストが必要であるが、高解像度は薄いレジストにおいて容易に得ることができる。ほとんど全てのレジストにおいて、高解像度と十分な露中の制御を得るには、平坦な表面と薄いレジストであることが理想的な条件である。平坦な表面は、塗布されたレジストの膜厚が一定であることを保証し、パターンニングされたレジストの露中に変化が生じない。ところが、ステップを横切るように塗布されたレジストの場合は、レジストの厚さに大きな変化が生じ、パターンニングされたレジストパターンの露中等の十分な制御を得ることは非常に難しい。

例えば、ステップの上のレジストの膜厚が薄くなっている状態において電子線描画においてパターンニングをした場合は、いわゆる近接効果によって、薄いレジストの場所と厚いレジストの場所においてパターンニング形状が異なることはよく知られている。これらの問題を解決するために、いわゆる多層膜レジスト技術が試みられている。代表的なものを第一図に示す。例えば1979年に発行された刊行物「ジャーナル・オブ・バキューム・サイエンス・アンド・テクノロジー」(Journal of Vacuum Science and Technology), 第16巻, 第6号, 1620~1624頁に同様の図が載っている。

(1) Siウェハー1上に膜厚2~3 μm の厚膜のフォトリソ resist 2がスピンコーティングされる。厚さ0.1 μm の中間層であるSiO₂膜3が、厚いレジスト2上にプラズマエッチングされる。ネガの1 μm 厚高集中度X線レジストがSiO₂3上に形成される。X線露光によって最上層であるX線レジストが露光され、現像後、最終膜厚0.45 μm のレジストパターン4が得られる。(2) レジストパターン4

をマスクとして、SiO₂膜3がCHF₃ガスを用いた反応性イオンエッチングによってエッチングされ、中間マスクであるSiO₂パターン5が形成される。

(3) SiO₂パターン5をマスクとして、厚いレジスト2がO₂ガスを用いた反応性イオンエッチングによって、エッチングされ厚いレジストパターン6が形成される。このような多層膜技術は次のような特長を有し前述の問題に対する一つの処法を与える。厚いレジスト膜の塗布によって、Si基板上の1 μm 程度の凹凸に影響されない平坦なレジスト面を得ることができる。最上層のレジストとしては、薄い中間層をドライエッチングする際の耐性さえ持てば十分であるので、膜厚をかなり薄く(例えば1000~4000 Å程度)できる。薄いレジストの場合は、前述したように微細パターンの形成がより容易である。例えば電子線描画の場合、膜厚の薄い高解度レジスト(PMMA等)を用いれば、近接効果の影響が少なくなるので、サブミクロン領域の微細パターンの形成も容易に行うことができる。またこのとき、下地が厚いレジスト膜であることは、

該基板からの反射電子の影響が低減され、近接効果が低減されるので、微細パターンの形成にとって有利である。

しかしながら、このような従来技術は次のような欠点を有している。それは中間マスクとして絶縁膜であるSiO₂膜を用いていることである。絶縁膜であるために、電子、イオン等のチャージアップが生じる。最上層のレジストのパターンニングには、微細パターン描画に最も適した電子線露光法が使われることが多い。電子線露光の際にSiO₂膜に電子のチャージアップが生じると、それらの余剰の電子によってレジストに腐食、架橋等の反応が起こり、パターンニングの精度(特に微細パターンの精度)を損うこととなる。さらに、中間マスクを用いてドライエッチング法によって、最下層の厚いレジストパターンを形成するときにも問題が生じる。ドライエッチングとしては異方性エッチングが可能な反応性イオンエッチング、イオンビームエッチング等が採用されるが、これらのエッチングにおいてはイオンが主要な役割を演

じる。イオンであるから、絶縁膜であるSiO₂膜でのチャージアップが起こり、パターン加工精度が悪くなる。すなわちマスクにチャージアップが生じると、照射されるイオンの軌道に影響を与えパターン加工精度を低下させる。この効果は特に微細の隣接パターン間で大きく、重大な問題点であると言わざるを得ない。

本発明者達は、従来技術の上記の欠点を除去するために、次の新技術を試みた。構成はほぼ第一図と同様であるが、絶縁膜の中間層の代りに、金属膜を導入することを検討した。実施した一例を同じく第一図を参照して説明する。(1) Siウェハー1上に、厚膜(1 μm 以上)のポリイミド膜2をスピン塗布し、250°C以上の高温ベーク処理をする。ポリイミド膜上全面にAl 3を1000~2000 Å真空蒸着する。Al膜上に電子線露光用レジスト、例えばPMMAをスピン塗布し、電子線露光によって必要なレジストパターン4を得る。

(2) レジストパターン4をマスクとして、反応性スパッタエッチング(例えばCF₄ガスを用いる)に

よってAl 3をエッチングして、ポリイミド膜をエッチングするためのAlの中間マスクパターン5を得る。(3) Alパターン5をマスクとして、例えば酸素イオンビームエッチングによって、ポリイミドパターン6を得る。この多層膜技術においては、金属膜であるAl膜を用いているため、前述の問題点は解決できる。

ところが、上記の新プロセスを検討中に、本発明者達は、重大な問題点がこのプロセスの中にあることを見出した。レジストに描画されたパターンをマスクとして、反応性スペッタエッチングによってAlをエッチングする。エッチング後は、通常、Alの化合物等からなる残さがAlパターン部を除いたウェハー全面に残る。このAlの残さは、大きき数ミクロン程度のものから極く微細なものまで様々であり、点状に散在している。成分としてAlを含んでいるため、この後のドライエッチングプロセスでポリイミドをエッチングすると、Alの残さがマスクとして働き、柱状の形状をしたポリイミドが点在して残る。本来全て取り除かれる

べき場所に残るこれらの柱状のポリイミドが存在しては、完全なポリイミドパターン6（第1図）が得られたと言えないことは言うまでもない。そこで、Alの反応性スペッタエッチングの後に、Alの残さを除去することが必須となる。Alの残さが除去できれば上記の柱状のポリイミドは生じないわけである。Alの残さを除去するための方法を種々検討した結果、通常の光学露光に用いるレジストの剥離液（AGリムーバー1112A）を純水で薄めたものが有効であることが分った。該溶液中にサンプルを浸漬して超音波洗浄を数十秒強度施すと、Alの残さが全て除去されることが分った。ところが、このAlの残さ処理工程において、次の重大な問題点が生じた。それはAlのパターンの割れの問題である。すなわち必要なAlのパターンが割れてしまい、特に1μm以下の微細パターンにおいてこの傾向が強いという結果が得られた。マスクパターンを構成するAlのパターンが割れてしまつては致命的であり、重大な問題点であると言わざるを得ない。

本発明の目的は、微細パターン形成方法の一つの有効な方法である従来の多層膜技術のチャージアップの欠点を解消し、かつ中間金属膜マスクパターンの割れ等を防止し、あるいは下層の有機膜を保護した微細パターン形成方法を提供することにある。

本発明によれば、下地基板上に、第一層有機膜、第一層金属膜、第二層金属膜、第二層有機膜をこの順番に形成すること、前記第二層有機膜にパターンを形成すること、前記パターンをマスクとして用いて前記第二層金属膜をドライエッチングして該金属膜パターンを形成すること、及び前記金属膜パターンをマスクとして用いて前記第一層金属膜並びに前記第一層有機膜をドライエッチングして該エッチングパターンを形成することから成る微細パターン形成方法が得られる。

以下本発明について実施例を示す図面を参照して説明する。第2図は、一実施例を示すドライエッチング法による有機膜パターン形成プロセスである。(1) 81ウェハー1上に、厚膜（2μm以上）

のポリイミド膜2をスピン塗布し、250°C以上の高温ベーキング処理をする。ポリイミド膜上全面にC（カーボン）膜21（厚さ約500~1000Å位）、Al膜22（厚さ1000~2000Å位）から成る二層膜を真空蒸着する。Al膜上に電子線露光用レジスト、例えばPMMAをスピン塗布し、電子線露光によって必要なレジストパターン4を得る。(2) レジストパターン4をマスクとして、反応性スペッタエッチング（例えばCF₄ガスを用いる）によってAl 22をエッチングして、ポリイミド膜をエッチングするためのAlの中間マスク23を得る。

(3) Al中間マスクパターン23をマスクとして、例えば酸素イオンビームエッチングによって、C（カーボン）膜、ポリイミド膜をエッチングして、ポリイミドパターン6を形成する。

例えばCF₄ガスを用いたAlの反応性スペッタエッチングによって、Alの中間マスク23を得る際に、C（カーボン）膜は数百Åエッチングされるが、未エッチングのC（カーボン）膜21が数百Å以上ポリイミド膜上全面に残る。このCカー

ボン膜がAlの残さ処理工程における処理溶液に対するポリイミド膜の耐性を増強するので、前述の重大な問題点であるAlの割れを防止できる。ポリイミド膜は、上記のようなマスクパターン交換プロセスにおいて非常に有用な有機膜であるが、アルカリ溶液に対して耐性が少ないことが知られている。前述のレジストの剥離液を純水で稀めた残さ処理溶液もアルカリ性であるが、本残さ処理液に対するポリイミド膜の耐性を検討した。その結果、ポリイミド膜を残さ処理液に浸漬し超音波洗浄した場合、ポリイミド膜がかなりの程度に膨潤することが分った。単に純水に浸漬した場合と比較して数倍以上の膨潤であった。しかも数十秒程度の浸漬時間でも相當な膨潤が生じることが分った。そこで、ポリイミド膜の残さ処理液に対するこのような耐性の弱さが、残さ処理時におけるAlの割れの原因であろうと考え、ポリイミド膜を残さ処理液に対して直接さらさないようにするためにC膜を新たにポリイミド膜とAl膜との間に挿入した。C膜はAlの反応性スペッタエッチン

グ時において、Alに比べてはるかにエッチング速度が遅いので、多少のオーバーエッチングの状態（通常のエッチング条件である）でエッチングを終了しても、十分の厚さのC膜がポリイミド膜上全面に残る。C膜の効果を示したのが第3図である。挿入されたC膜の厚さに対するAlの残さ処理工程におけるAlパターンの割れの割合を示している。図から、470 Å厚、あるいは950 Å厚のC膜を挿入した場合は、全くAlパターンの割れが生じてないことが分る。逆にC膜を挿入していない場合は、かなりのAlパターンの割れが生じていることが分る。ここで言うAlパターンの割れは、主として1 Åm以下の微細Alパターンの割れのことであり、現象的には、Alパターンがポリイミド膜との接界面(界面)からそのままの形状で割れてしまう現象である。Alパターンの割れの割合が大きな巾をもっているのは、観察した多数のチップにおけるAlパターンの割れが図のような大きなバラツキをもっていることを意味している。図で、C膜挿入サンプルはAl（膜厚約1000 Å）/C膜/ポリイミド

（膜厚約1.2 Åm）の構造であり、C膜無しの場合のサンプルはこの構造でC膜をぬいた構造である。また残さ処理溶液としては、通常の光学露光に用いるレジストの剥離液（A2リムーバー-1112A）を純水で1:1に稀めたものを用い、超音波洗浄の時間は1分であった。第3図から、C膜挿入の効果は非常に明白である。Al膜、C膜という金属膜の導入によってチャージアップを防止でき、さらにC膜のAlパターン割れの防止効果が明白であるから、本発明の目的は達成される。なお、Al中間マスクが形成された後は、例えば酸素イオンミリングによってC膜、ポリイミド膜をエッチングして、ポリイミドパターン6（第2図）を得ることができる。酸素イオンミリングにおけるAl膜、C膜、ポリイミド膜のエッチング速度は、酸素圧力 2×10^{-4} Torr の条件において、45 Å/分、760 Å/分、2500 Å/分であるので、約1000 Å位上の膜厚のAlマスクで十分C膜、ポリイミド膜をエッチングできて所望のポリイミドパターン6を得ることができる。

以上の本発明の説明において、中間金属膜としてAlを例にとって説明してきたが、Ti、Si、Mo、Cr等の他の金属膜を使用した場合も本発明の範囲内である。2層構造の例としてはC膜、Al膜の二層構造を例にとって説明してきたが、Ti/C、Si/C、Mo/C、Cr/C、あるいはAl/Cr、Ti/Cr、Si/Cr、Mo/Cr等の二層構造等も本発明の目的にかなりとことができ、本発明の範囲内である。またドライエッチングとしては反応性スペッタエッチングを例にとって説明してきたが、本発明はスペッタエッチング、反応性イオンビームエッチング、イオンビームエッチング等のいわゆる異方性エッチングの可能なドライエッチングを適用した場合も本発明の範囲内である。

さらに本発明を適用するならば、第一に超微細パターン形成のためのより技術的に確実な微細パターン形成方法を得ることができ、第二に通常ドライエッチング工程において生じることを制し難い残さの発生を容認したドライエッチング工程を含むより適用範囲の広い微細パターン形成方法を

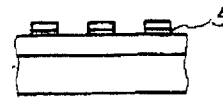
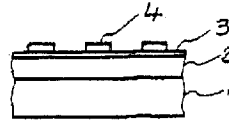
得ることができ、第三に本プロセスを種々のリフトオフ法、あるいは金属メッキ用の型として用いる等の応用によって、様々な微細パターンを有するデバイスの作製へ適用することができ、第四に特に超微細範囲で高アスペクト比の有機膜パターンを用いる応用分野への適用を可能とすることができる。

図面の簡単な説明

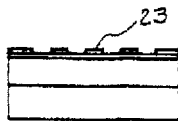
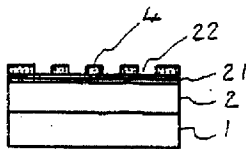
第1図は従来の多層構造技術を示す図、第2図は本発明にかかる多層構造技術による微細パターン形成方法を示した図、第3図はC膜の厚さに対するAlパターンの剥れを示した図である。

図において、1はSiウェハ、2は有機膜、3はSiO₂膜あるいはAl膜、4はレジストパターン膜、5は中間マスクパターン、6は有機膜パターン、21は蒸着C膜、22は蒸着Al膜、23はAl中間マスクパターンを示す。

第1図



第2図



第3図

